

0008850166 *Drawing available*

WPI Acc no: 1998-397078/199834

XRPX Acc No: N1998-308837

**Superconducting tape cable manufacture - involves assembly of blank with superconducting fibres and multiple rolling and cutting cycle**

Patent Assignee: AS USSR URALS MACH SCI INST (ASUR-R)

Inventor: GUNICHEV A F; KOLMOGOROV V L; ZALAZINSKII A G

Patent Family ( 1 patents, 1 countries )

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Update	Type
RU 2101792	C1	19980110	SU 4903817	A	19910122	199834	B

Priority Applications (no., kind, date): SU 4903817 A 19910122

Patent Details

Patent Number	Kind	Lan	Pgs	Draw	Filing Notes
RU 2101792	C1	RU	4	2	

#### Alerting Abstract RU C1

A blank consisting of conductors with longitudinal arrangement is prepared. The conductors contain superconducting fibres and a sleeve is formed using a stabilising material. The tape cable dimensions are ensured by rolling. The conductors are flattened and the blank has a multi-layer structure. The stabilising material sleeve in which the multi-layer blank is placed is made in the form of a jacket. The rolling is carried out with the size reduction by 50-60%. The conductors are made of superconducting alloy.

A cylindrical alloy element with the diameter of 74 mm and the length of 150 mm is extruded in a bi-metallic niobium-copper sleeve to acquire a hexagonal profile. The extruded rod is cut into fixed length sections and the external copper sleeve is removed electro-chemically. The composite blank is assembled in a copper cup and the extrusion process is repeated. The extrusion-cutting cycle is carried out four times and the copper sleeve is left in place after the last cycle. The rolling process results in a product of tape shape 10mm by 1 mm.

USE - Superconducting cable is used in large magnetic systems.

ADVANTAGE - Manufacturing process productivity is increased.

**Title Terms /Index Terms/Additional Words:** SUPERCONDUCTING; TAPE; CABLE; MANUFACTURE; ASSEMBLE; BLANK; FIBRE; MULTIPLE; ROLL; CUT; CYCLE

#### Class Codes

International Patent Classification

IPC	Class Level	Scope	Position	Status	Version	Date
H01B-0012/00	A	I		R	20060101	
H01B-0012/00	C	I		R	20060101	

**PROCESS OF MANUFACTURE OF RIBBON SUPERCONDUCTIVE CABLE**

**Publication number:** RU2101792

**Publication date:** 1998-01-10

**Inventor:** ZALAZINSKIY A G; GUNICHEV A F; KOLMOGOROV V L;  
SHIROKOVSKIY V G; POLINOVSKIY V B; SHAPOVALOV A G;  
KOSHELEV JU M

**Applicant:** INST MASH URAL SKOGO OTDEL RAN

**Classification:**

- **International:** **H01B12/00; H01B12/00;** (IPC1-7): H01B12/00

- **European:**

**Application number:** SU19914903817 19910122

**Priority number(s):** SU19914903817 19910122

**Report a data error here**

**Abstract of RU2101792**

**FIELD:** manufacture of heavy-current superconductors for large magnetic systems. **SUBSTANCE:** individual conductors carrying superconductive fibres are subjected to flattening, are assembled on multilayer workstock in jacket made from stabilizing material and are deformed to required size by rolling with reduction from 50 to 60%. **EFFECT:** increased productivity of process of manufacture of ribbon superconductive cables. 2 dwg-

.....  
Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19) RU (11) 2 101 792 (13) C1

(51) МПК<sup>6</sup> H 01 B 12/00

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 4903817/09, 22.01.1991

(46) Дата публикации: 10.01.1998

(56) Ссылки: Никулин А.Д., Филькин В.Я., Шиков А.К. Журнал Всесоюзного химического общества им. Менделеева Д.И. - 1989, т. 34, вып. 4, с. 519 - 527.

(71) Заявитель:  
Институт машиноведения Уральского  
отделения РАН

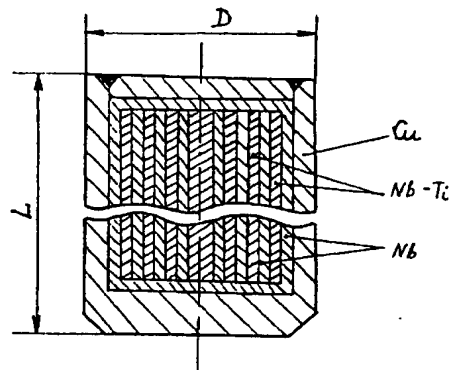
(72) Изобретатель: Залазинский А.Г.,  
Гуничев А.Ф., Колмогоров В.Л., Широковских  
В.Г., Полиновский В.Б., Шаповалов  
А.Г., Кошелев Ю.М.

(73) Патентообладатель:  
Институт машиноведения Уральского  
отделения РАН

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛЕНТОЧНОГО СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО КАБЕЛЯ

(57) Реферат:

Использование: для получения  
сильноточных сверхпроводников для крупных  
магнитных систем. Способ позволяет  
повысить производительность процесса  
получения ленточного сверхпроводящего  
кабеля. Единичные отдельные проводники,  
содержащие сверхпроводящие волокна,  
подвергают плющению, собирают из них  
многослойную заготовку помещением в чехол  
из стабилизирующего материала и  
деформируют до требуемого размера  
прокаткой с обжатием от 50 до 60%. 2 ил.



Фиг. 1

RU 2 101 792 C1

RU 2 101 792 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 101 792** <sup>(13)</sup> **C1**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> **H 01 B 12/00**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 4903817/09, 22.01.1991

(46) Date of publication: 10.01.1998

(71) Applicant:  
Institut mashinovedenija Ural'skogo  
otdelenija RAN

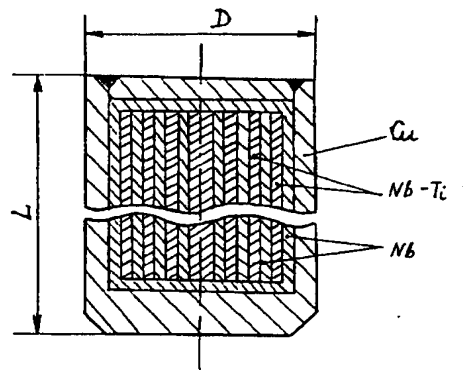
(72) Inventor: Zalazinskij A.G.,  
Gunichev A.F., Kolmogorov V.L., Shirokovskikh  
V.G., Polinovskij V.B., Shapovalov  
A.G., Koshelev Ju.M.

(73) Proprietor:  
Institut mashinovedenija Ural'skogo  
otdelenija RAN

(54) **PROCESS OF MANUFACTURE OF RIBBON SUPERCONDUCTIVE CABLE**

(57) Abstract:

FIELD: manufacture of heavy-current superconductors for large magnetic systems.  
SUBSTANCE: individual conductors carrying superconductive fibres are subjected to flattening, are assembled on multilayer workstock in jacket made from stabilizing material and are deformed to required size by rolling with reduction from 50 to 60%.  
EFFECT: increased productivity of process of manufacture of ribbon superconductive cables. 2 dwg



Фиг. I

RU 2 101 792 C1

RU 2 101 792 C1

Изобретение относится к способам изготовления сверхпроводящих проводов и кабелей и может быть использовано при получении сильноточных сверхпроводников для крупных магнитных систем.

Известен способ изготовления ленточного многожильного сверхпроводящего провода методом обработки давлением составных композитных заготовок, включающий следующие технологические операции /1/: сборку биметаллической заготовки путем помещения обжатого цилиндрического слитка из сплава Nb-Ti (сплава марки HT) в стакан из чистой меди с последующей герметизацией заготовки; экструзию нагретой заготовки для получения биметаллического прутка, который разрезают на мерные длины (отрезки); холодное волочение прутков и калибровку на шестигранник, сборку составной композитной заготовки из медных шестигранников с проволочным сверхпроводником в новом стакане из чистой меди и герметизацию заготовки, повторную экструзию нагретой составной заготовки для получения композитного прутка, разрезаемого на отрезки, многократное волочение прутков с промежуточными термообработками до получения сверхпроводящего провода требуемого диаметра, который подвергают твистированию (скручиванию), калибрование провода с приданием прямоугольного сечения прокаткой или волочением и заключительную термическую обработку.

Недостатком известного способа является невозможность обеспечить строгую периодичность выделений частиц  $\alpha$  Ti (центров пиннинга), что снижает пластичность сверхпроводящих жил провода и критическую плотность транспортного тока. Другой недостаток известного способа заключается в образовании интерметаллида Cu-Ti на границе контакта Cu-сплав Nb-Ni в процессе горячей деформации и при длительных термообработках. Твердые частицы интерметаллида с размерами, соизмеримыми с толщиной жил, могут разрывать жилы в процессе многократного волочения, что также приводит к снижению критической плотности тока.

Известен также способ изготовления ленточного многожильного сверхпроводящего провода методом обработки давлением составных композитных заготовок, обеспечивающий получение регулярной гетерогенной структуры с заданным распределением искусственных центров пиннинга /2/. Данный способ включает те же технологические операции, что и способ /1/. Отличие заключается в том, что в качестве материала жил провода используется Nb, а оболочки - сплав Nb-Ti. Соответственно сначала осуществляется экструзия ниобиевого слитка, помещенного в стакан из сплава Nb-Ti, а повторно экструзия композитной заготовки, собранной из Nb-Ti-шестигранников с ниобиевыми сердечниками в новом стакане из сплава Nb-Ti. Недостатком известного способа является возможность изготовления проводов лишь с малыми размерами поперечных сечений и, следовательно, с ограниченной токонесущей способностью. Если исходная заготовка для экструзии имеет размеры DxL (D, L диаметр и длина заготовки), то для провода длиной l нельзя изготовить провод

диаметром d, большим, чем это допускается условием постоянства объема обрабатываемого материала, т.е.

$$d \leq D \sqrt{L/l} \quad (1)$$

Например, для заготовки DxL 200x400 мм (обычно D 100-250 мм) для провода длиной l 1 км 10<sup>6</sup> мм диаметр провода не может быть более 4 мм. Применение калибровки провода на прямоугольное сечение ведет к дальнейшему уменьшению сечения провода.

Целью изобретения является повышение производительности способа изготовления ленточного сверхпроводящего кабеля путем сокращения числа технологических операций.

Поставленная цель достигается тем, что в способе изготовления ленточного сверхпроводящего кабеля, при котором собирают заготовку из продольно расположенных проводников, содержащих сверхпроводящие волокна, формируют оболочку из стабилизирующего материала и калибруют ленточный кабель прокаткой, согласно изобретению, проводники подвергают плющению, заготовку собирают многослойной, оболочку из стабилизирующего материала формируют в виде чехла, в котором размещают многослойную заготовку, а прокатку ведут с обжатием от 50 до 60% до получения кабеля заданного поперечного сечения.

Сущность изобретения состоит в том, что после экструзии композитных заготовок в соответствии со способами /3, 1, 2/ следуют операции волочения до тех пор, пока размер поперечного сечения провода не достигнет 0,5-0,3 мм, а в предлагаемом способе эти переходы обработки исключены. Сразу после экструзии осуществляются более производительные и менее трудоемкие операции прокатки. При этом поперечное сечение подката остается большим или равным (в последнем переходе) поперечному сечению готового кабеля.

Пусть после экструзии составной композитной заготовки получен пруток диаметром D<sub>n</sub> 20 мм с поперечным сечением F<sub>n</sub> 3,14•20<sup>2</sup>/4 314 мм<sup>2</sup>. Требуется изготовить кабель сечением F<sub>k</sub> 10•10 мм<sup>2</sup> (высотой H 1 мм и шириной B 0,10 мм). Согласно предлагаемого способа, вытяжка прутка с F<sub>n</sub> 314 мм<sup>2</sup> вплоть до F<sub>k</sub> 10 мм<sup>2</sup> не будет превышать M<sub>n</sub> F<sub>n</sub>/F<sub>k</sub> 31,4.

По изобретению степень деформации при прокатке-ковке должна быть 50-60% с целью обеспечения холодной сварки на межслойных границах многослойного пакета. Если степень деформации составляет менее 50% то сварка не происходит. Если степень деформации превысит 60% то возникает значительная неравномерность деформации, которая приводит к нарушению однородности распределения сверхпроводящей фазы по объему композита и снижению критической плотности тока.

Из сказанного следует, что совокупность отличительных существенных признаков изобретения устраняет недостатки прототипа.

На фиг. 1 изображена составная композитная заготовка для экструзии; на фиг. 2 многослойный пакет для прокатки-ковки.

Предлагаемый способ реализуют следующим образом.

Сначала изготавливают отдельные

проводники из сверхпроводящего материала. Для этого цилиндрический слиток из сверхпроводящего сплава HT размерами DхL 74 х 150 мм подвергают экструзии в биметаллической оболочке ниобий-медь на шестигранный профиль с вытяжкой М 20. Экструдированный пруток разрезают на мерные длины шестигранники, с которых электрохимическим способом удаляют наружную медную оболочку. Затем осуществляют сборку составной композитной заготовки в медном стакане (см. фиг. 1) для последующей повторной экструзии на шестигранный профиль. Цикл "экструзия резка удаление наружной оболочки - сборка" повторяют 4 раза, причем медную оболочку в последнем цикле не удаляют. Суммарная вытяжка составляет  $M \pm 20^4 1,6 \cdot 10^5$ . В результате получают композитные сверхпроводники с количеством волокон, при объединении в каждой сборке по 19 шестигранников, пв 19<sup>3</sup> 6859.

Полученные проводники подвергают плющению и прокатке в калибрах на размер ВХН 10 х 1 мм. После этого осуществляют их сборку в многослойный пакет, который завальцовывают в медь (см. фиг.2). Размеры пакета ВХН 12 х 10 мм. Далее выполняют холодную сварку слоев полученной заготовки методом прокатки-ковки с относительным обжатием 60% и продольную прокатку ленты до сечения ВХН 10 х 0,5 мм<sup>2</sup>.

По сравнению с прототипом предлагаемый способ изготовления сверхпроводящего ленточного кабеля обеспечивает повышение

производительности в 1,5-2,0 раза за счет сокращения числа переходов обработки (исключения операций многократного волочения) и применения более производительных операций обработки давлением (прокатки-ковки, продольной прокатки). Кроме того, снижаются трудо- и энергозатраты производства.

Источники информации

1. Металловедение и технология сверхпроводящих материалов. Под редакцией Фонера С. Шварца Б. США, 1981, Пер. с английского. М. Металлургия, 1987, с. 248-254.

2. Никулин А.Д. Филькин В.Я. Шиков А.К. Журнал всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. 1989, т.34, в.4, с. 519-527.

### Формула изобретения:

Способ изготовления ленточного сверхпроводящего кабеля, в котором собирают заготовку из продольно расположенных проводников, содержащих сверхпроводящие волокна, формируют оболочку из стабилизирующего материала и калибруют ленточный кабель прокаткой, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности способа путем сокращения числа технологических операций, проводники подвергают плющению, заготовку собирают многослойной, оболочку из стабилизирующего материала формируют в виде чехла, в котором размещают многослойную заготовку, а прокатку ведут с обжатием от 50 до 60% до получения кабеля заданного поперечного сечения.

35

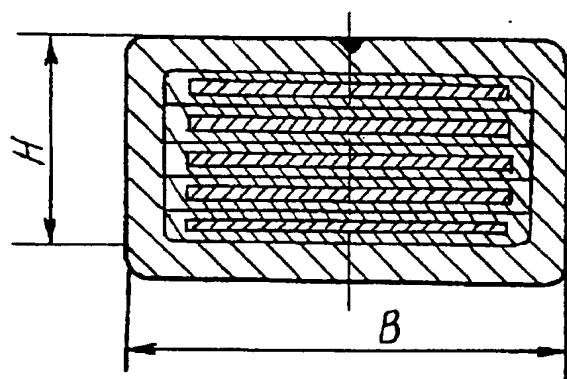
40

45

50

55

60



Фиг. 2

RU 2101792 C1

RU 2101792 C1